

Проведенные исследования показали путь решения задачи, связанной с разделением компонентов дисперсной сыпучей среды, различающихся размером [3]. Отличительной особенностью экспериментально исследованного способа удаления мелкой фракции из крупнозернистого слоя с целью повышения его однородности по размерам частиц является отсутствие экологического загрязнения окружающей среды, так как слой, из которого удаляется мелкая фракция, является неподвижным. Повышение однородности сыпучих материалов по размерам осуществляется без дополнительных затрат энергии на отвод и транспортировку мелких частиц, энергия затрачивается только на минимальное ожижение удаляемой из слоя фракции.

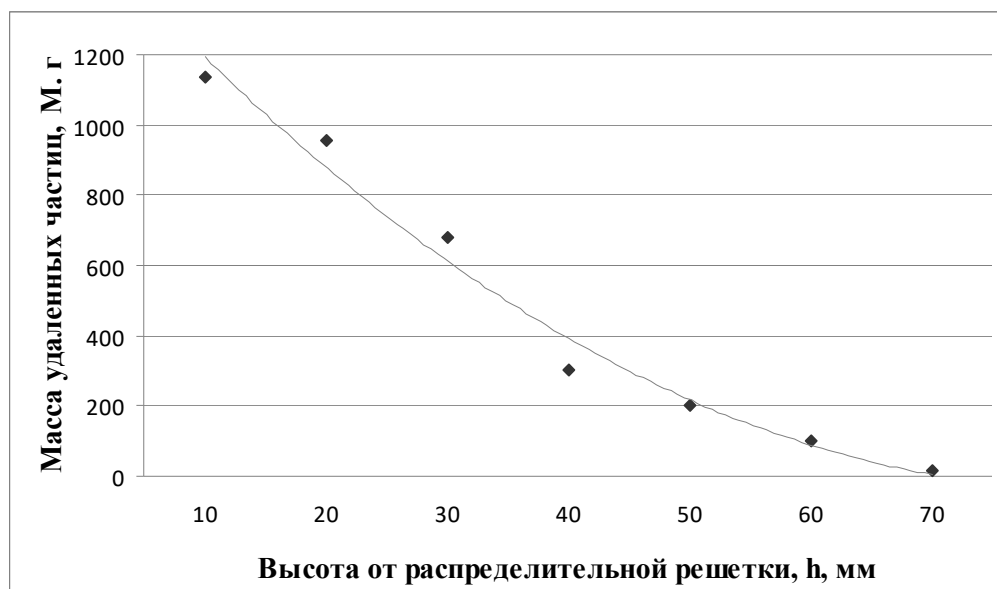


Рис. 4. Влияние глубины погружения трубки в слой (♦ – $d_{тр}/d_{ч} = 3,8$)

Список использованных источников

1. Красных В.Ю., Толмачев Е.М., Королев В.Н. Квазикапиллярные эффекты в псевдоожиженных средах // Инженерная физика. 2007. № 2. С. 19–22.
2. Krasnykh V.Yu., Korolev V.N., Ostrovskaya A.V., Nagornov S.A. Pneumatic transportation of dispersed medium through a vertical tube immersed into a fluidized bed // Thermal engineering. 2013, Volume 60, No. 11, Pages 787–790.
3. Пат. 2594494 Р.Ф., МПК В07В 4/08. Способ удаления мелких частиц из крупнозернистого слоя сыпучих материалов / Королев В. Н., Амарская И. Б., Бармина О. А., Островская А. В., Красных В. Ю. // Изобретения. Полезные модели. 2016. Бюл. №23.

УДК 666.9.041:621.365.2:662.612.321/322

И. В. Плесакин, Г. В. Воронов, И. В. Глухов

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАГРУЗКЕ ШИХТЫ И РАСПОЛОЖЕНИЮ ТОПЛИВОСЖИГАЮЩИХ УСТРОЙСТВ В ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ ДСП-120

Аннотация

Насыпная плотность шихты, загружаемой в дуговые сталеплавильные печи (ДСП), является важнейшим параметром, определяющим продолжительность периодов плавки

(завалки и подвалки), тепловой и аэродинамический режимы процесса и вследствие этого оказывает серьезное влияние на все технико-экономические показатели.

В работе представлены результаты анализа заполнения рабочего объема печи в зависимости от насыпной плотности шихты с использованием коэффициента заполнения, которые позволили рекомендовать оптимальный объем и массу первой загрузочной корзины для ДСП-120 и оценить первоначальную высоту загруженной шихты в рабочем пространстве. Даны рекомендации по расположению газокислородных горелок (ГКГ) и комбинированных горелок (КГ) в рабочем пространстве печи с указанием линейного размера по высоте и углов наклона в вертикальной и горизонтальной плоскости.

Ключевые слова: дуговая сталеплавильная печь, шихта, завалка, рабочее пространство, горелка, факел, угол наклона, плотность, объем, масса, режим.

Abstract

The bulk density of the charge charged into the arc steelmaking furnaces (EAF) is the most important parameter determining the duration of the smelting and filling stages, the thermal and aerodynamic regimes of the process, and as a result, it has a serious impact on all technical and economic indicators.

The paper presents the results of an analysis of the filling of the working volume of the furnace, depending on the bulk density of the charge, using the filling factor, which allowed us to recommend the optimum volume and weight of the first loading basket for EAF-120 and estimate the initial height of the loaded charge in the working space. Recommendations are given for the location of gas-oxygen burners (MHC) and combined burners (KG) in the furnace working space, indicating the linear size in height and the inclination angles in the vertical and horizontal planes.

Keywords: arc steel-smelting furnace, charge, filling, working space, burner, torch, angle of inclination, density, volume, mass, mode.

Современные дуговые сталеплавильные печи (ДСП), работающие по скрап-процессу, выплавляют сталь из железосодержащей шихты, которая характеризуется непостоянством насыпной плотности в процессе завалки. Загрузка шихты на "болото" с подвалкой и постоянно изменяющаяся плотность шихты (от 0,2 до 2,0 т/м³) создают трудности по управлению тепловым, аэродинамическим и температурным режимами.

Загрузка шихты с подвалкой – это вынужденная технологическая операция, связанная с низкой насыпной плотностью загружаемых материалов. Подачу шихты в печь приходится разделять на периоды: завалки и подвалки. После завалки основной части шихты необходимо нагреть ее до температур порядка 1350–1150 °С, тогда при содержании углерода от 0,8 до 2,0 % шихта становится пластичной [1]. В процессе нагрева шихта, находящаяся в рабочем объеме печи уплотняется. При определенном уровне размягченной шихты в печи возможна подвалка. Таким образом, время нагрева шихты первой корзины напрямую связано с продолжительностью всей плавки. Это время зависит от разных факторов, в том числе от расположения горелок (с учетом линейных размеров по вертикальной и горизонтальной плоскости), состава и массы шихты, распределения компонентов шихты по слоям в корзине, тепловой мощности в рассматриваемой зоне [2].

На рис. 1 приведена схема современной дуговой электропечи ДСП-120 с проектной массой плавки 120 т. Рабочее пространство печи разделим на два объема – верхний (V_6^e), ограниченный водоохлаждаемой стенкой от кромки свода по верху и до уровня порога технологического (завалочного) окна, и нижний (V_6^u), равный объему плавильной ванны. Этим объемам соответствуют внутренний диаметр по верху d_6^e с высотой h_6^e и по низу d_6^u и глубиной h_6^u .

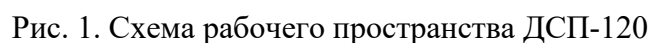
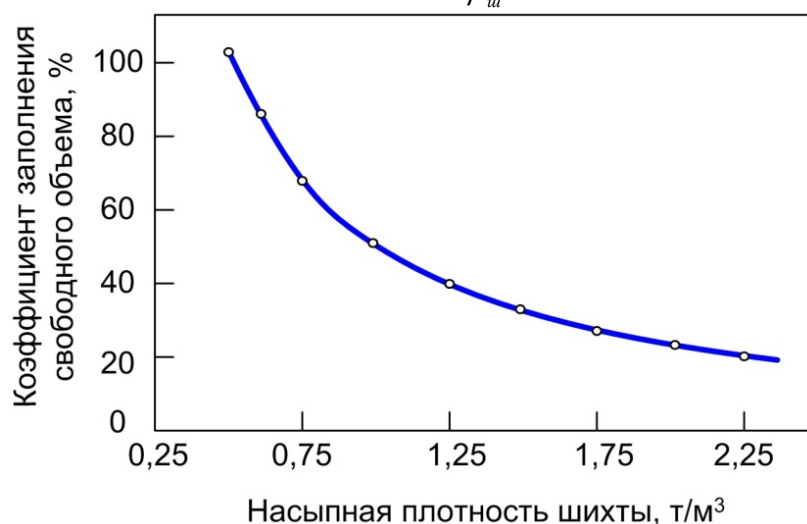

$$K_3 = \frac{52,069}{\rho_w}.$$


Рис. 2. Зависимость коэффициента заполнения от насыпной плотности

При $V_{onm} = const$ изменение массы первой загрузочной корзины в зависимости от насыпной плотности шихты (рис. 3).

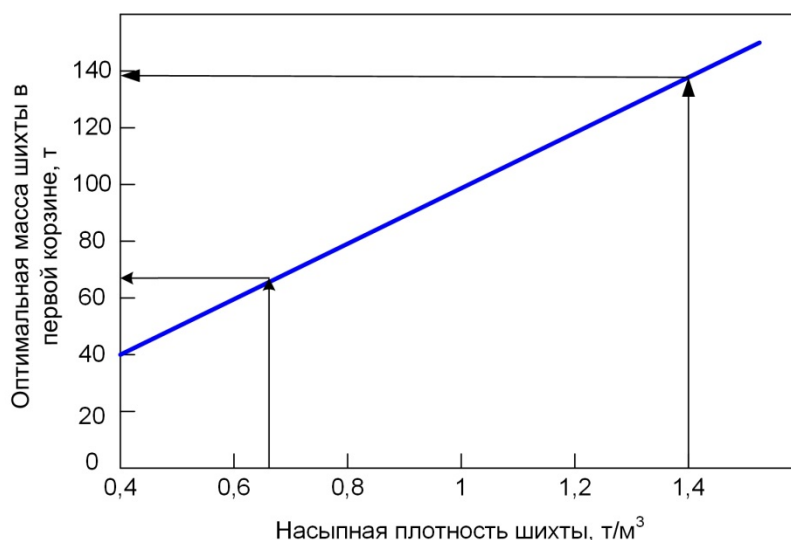


Рис. 3. Зависимость массы шихты от насыпной плотности

При плотности шихты $1,35 \text{ т/м}^3$ завалку ДСП-120 можно производить одной корзиной, не нарушая требования по оптимальному заполнению объема рабочего пространства. При плотности шихты $0,676 \text{ т/м}^3$ завалку следует производить с одной подвалкой в равных долях (по 67,5 т). При меньшей плотности шихты количество подвалок возрастет.

На действующей ДСП-120 сопла ГКГ и КГ установлены на разных высотах от уровня порога технологического окна. Установка ГКГ и КГ на одном уровне, совпадающем с огнеупорной футеровкой сталеплавильной ванны, позволит увеличить объем холодных шихтовых материалов при загрузке на $11,5 \text{ м}^3$ при рекомендуемом расположении топливосжигающих устройств в отличие от существующего.

Топливосжигающие устройства (ТСУ) на современных действующих дуговых сталеплавильных печах направлены радиально в центр рабочего пространства [3]. Рекомендованное [4–6] тангенциальное расположение ТСУ предполагает их отклонение от радиальной оси в горизонтальной плоскости на угол $\varphi = 45^\circ$. При таком расположении ТСУ (см. рис. 1) продолжение оси горелки становится касательной к окружности, проведенной по середине ширины зоны засыпки холодной шихты. Угол наклона ТСУ в вертикальной плоскости рекомендуется в пределах $14\text{--}15^\circ$ [7, 8].

В заключение можно отметить, что для дуговой сталеплавильной печи ДСП-120 рекомендована установка всех горелок на одном уровне, совпадающем с кромкой огнеупорной футеровки верха сталеплавильной ванны. Это позволит увеличить объем шихтовых материалов, активно участвующих в теплообмене, на $11,5 \text{ м}^3$. Расположение топливосжигающих устройств под углом $14\text{--}15^\circ$ в направлении зеркала ванны в вертикальной плоскости и 45° в горизонтальной обеспечит более равномерный и интенсивный теплообмен в слое холодной шихты. Даны рекомендации по выбору массы загружаемых шихтовых материалов с учетом их насыпной плотности. При насыпной плотности шихты $1,35 \text{ т/м}^3$ завалку можно производить одной корзиной, а при плотности $0,676 \text{ т/м}^3$ ее следует проводить с одной подвалкой.

Список использованных источников

1. Металловедение: учебник т.1 / И.И. Новиков [и др.]; под общей редакцией проф. В.С. Золоторевского. – М.: Издательский дом «МИСиС», 2009.
2. Влияние фракционного состава металлолома на показатели работы дуговой сталеплавильной печи / В.В. Павлов, Ю.А. Ивин, С.В. Пехтерев, И.И. Мацко, О.С. Логунова. Электromеталлургия. 2011, №11. С.2–6.
3. Voronov G.V., Antropov M.V., Porokh O.V. Aspects of the Aerodynamics in the Working Space of a Modern Electric Arc Steelmaking Furnace // Refractories and Industrial Ceramics. 2014. V 55. No. 4. P. 285–287.

4. Voronov G.V., Antropov M.V., Porokh O.V., Glukhov I.V., Goltsev V.A. Temperature Conditions in the Working Space of a Modern Electric Arc Steelmaking Furnace// Refractories and Industrial Ceramics. 2015. V 56. No. 3. P. 257–259.

5. Voronov G.V., Antropov M.V., Glukhov I.V. Gas Dynamics in the Working Space of a Modern Electric Arc Steelmaking Furnace // Refractories and Industrial Ceramics. 2015. V 55. No. 6. P. 498–500.

6. Воронов Г.В., Гольцев В.А., Глухов И.В. Аэродинамика и тепловое состояние современной дуговой сталеплавильной печи // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2016. №1. С. 28–34.

7. Исследование взаимодействия струй компрессорного воздуха с поверхностью жидкой ванны / Г.В. Воронов, С.Н. Гущин, Н.И. Кокарев [и др.] // Теплотехника процесса выплавки стали и сплавов: Межвуз. сб. научн. тр. Свердловск, изд-во УПИ, 1980. С. 3–11.

8. Особенности гидродинамических процессов на поверхности жидкой ванны / Г.В. Воронов, С.Н. Гущин, Н.И. Кокарев [и др.] // Совершенствование технологии и автоматизации сталеплавильных процессов: Межвуз. сб. научн. тр. Свердловск, изд-во УПИ, 1984. С. 25–32.

УДК 669.5

А. В. Плешкова, Г. В. Воронов

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ СОВРЕМЕННОЙ ВЕЛЬЦ-ПЕЧИ

Аннотация

В статье рассмотрена проблема утилизации гидрометаллургических отходов. Приведены способы получения и востребованность окиси цинка. Представлены общие сведения и конструкция вельц-печи с газоочистными аппаратами. Рассмотрены общие принципы подготовки шихты, охарактеризованы особенности процесса вельцевания и описаны мероприятия для получения готовых продуктов – вельц-окиси и клинкера. Представлены материальный и тепловой балансы современной вельц-печи, на основе анализа которых предложены решения, позволяющие улучшить тепловую работу, увеличить производительность и качество готового продукта.

Ключевые слова: вельц-печь, шихта, цинковый кек, клинкер, вельц-окись, материальный баланс, тепловой баланс.

Abstract

The article explores hydrometallurgical waste utilization problem. Production methods and importance of zinc oxide are presented along with general information and Waelz kiln structures with gas purifiers. Then general charging material preparation principles are defined, waelz process characteristics and actions to get final products (waelz oxide and waelz slag) are described. Finally, modern waelz kiln heat and mass balances are presented along with measures based on them aimed at thermal performance improvement, increase in efficiency and quality of final products.

Keywords: waelz kiln, charging material, zinc cake, waelz slag, waelz oxide, mass balance, heat balance.

Оксид цинка нашел широкое применение в химической, фармацевтической, лакокрасочной, нефтеперерабатывающей и других промышленности. Получают данное соединение несколькими способами: термическим разложением ацетата, гидроксида, карбоната и нитра-